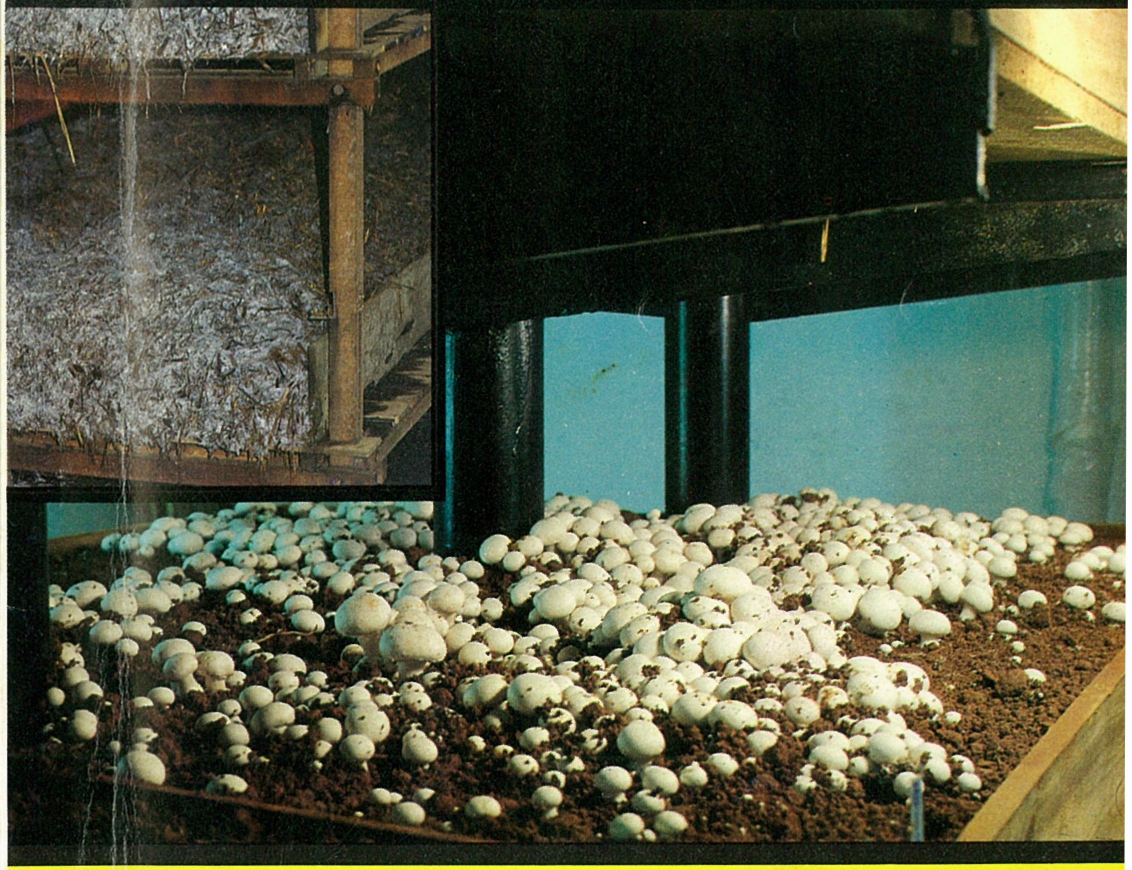
八萬農業建設大軍訓練教材（技術類）

洋菇專業栽培技術



臺灣省政府農林廳

農民淺說三〇八A—園藝七〇

74. 3.

目　錄

壹、洋菇栽培概論 …………………………… 1
一、洋菇栽培歷史介紹 …………………………… 1
二、洋菇學名及形態 …………………………… 2
三、洋菇生長所需之一般條件 …………………………… 3
貳、洋菇栽培場所 …………………………… 4
一、栽培場所應具備之條件 …………………………… 4
二、栽培室構造 …………………………… 7
三、栽培場所應有之設備及使用方法 …………………………… 13
叁、洋菇堆肥 …………………………… 15
一、洋菇堆肥製作方法之演變 …………………………… 15
二、洋菇堆肥材料及配方 …………………………… 17
三、洋菇堆肥堆積 …………………………… 27
四、後發酵 …………………………… 32
肆、洋菇菌種 …………………………… 37
一、洋菇菌種之種類 …………………………… 37
二、優良菌種之鑑定 …………………………… 39
三、菌種下種量及下種方法 …………………………… 40

伍、洋菇覆土 …………………………………… 42
一、洋菇覆土之作用與理論 ………………… 42
二、洋菇覆土材料之選擇 …………………… 44
三、洋菇覆土材料中有機質之重要性 ……… 45
四、覆土材料 pH 值之概念及洋菇生長之製圖 …………………………………… 46
五、石灰之種類及特性 ……………………… 46
六、覆土材料之需要量 ……………………… 48
七、覆土材料之準備與貯用 ………………… 48
八、覆土材料之消毒 ………………………… 49
九、覆土架之製作 …………………………… 50
十、覆土方法 ………………………………… 51
陸、洋菇堆肥菌床發酵法實施過程 ………… 53
一、堆肥製作及栽培管理工作日程表 ……… 53
二、堆肥製作及管理工作實施說明 ………… 55
三、洋菇堆肥菌床發酵栽培法之基本概念 … 66
柒、病蟲防治 ………………………………… 72
一、栽培前 …………………………………… 73
二、栽培中 …………………………………… 75
三、栽培後 …………………………………… 77

洋菇專業栽培技術

執筆人：農業試驗所 宋細福
臺灣省農會 謝能

校閱人：農業委員會 諶靜吾

壹、洋菇栽培概論

一、洋菇栽培歷史介紹

根據研究報告資料，洋菇由野生進入人工栽培，最早是在1707年由法國 Tournefort 所創。後漸發展並傳入歐美及日本。本省於 1937 年，日人櫻井氏，曾引進試栽，後因第二次世界大戰而中斷。臺灣光復後，省農業試驗所於 1953 年，又自美國引進菌種並試栽成功，再經不斷的研究改進，使本省之洋菇，從無到最多年產外銷 420 萬箱，爭取外滙達一億美元以上之重要農品。也成為全世界外銷量最多的國家。

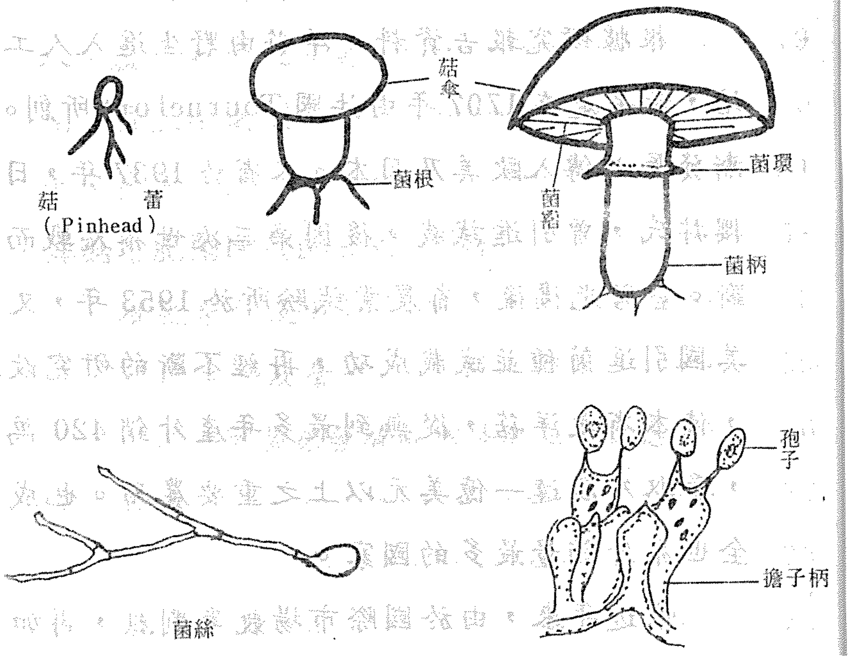
惟近年來，由於國際市場競爭劇烈，再加上歐洲共同市場貿易保護主義之擡頭，使本省洋菇

之外銷量，受到極大的壓力，今後當有賴生產者及政府有關研究與輔導單位，群策群力研究發展，提高單位面積產量，降低生產成本，才能使本省之洋菇事業，在世界上長久立於不敗之地。

二、洋菇學名及形態

㈠洋菇的學名：洋菇栽培種之學名，在國際上一般採用 *Agaricus bisporus* ，組也有主張為 A. brunnescens 者。

㈡洋菇之形態（圖一）：



圖一 洋菇形態

三、洋菇生長所需之一般條件

㈠溫度：

1. 菌絲：一般在 15 ～ 30°C 範圍內，都可以生長，其中以 25°C 左右生長最好，但在 5°C 以下， 35° C 以上則會停止生長。

2. 子實體：依品種而稍有差異，一般在 13 ～ 18°C 下生長最好，惟有些耐高溫品種，需在 18 ～ 24°C 下才能生長正常。在產菇期間，不可保持恒溫，在洋菇生長最高及最低溫限內，日夜間必需有溫差，否則必致減產。

㈡濕度：一般菇舍之相對濕度，應盡量保持在 70 ～ 85 %，如濕度過低易使菇體發生開裂或形成鱗片，甚至減產，但如果過高則容易誘引病害之發生。

㈢光線：光線對洋菇之影響不大，菇舍中祇需保持工作上需要之光源及無陽光直射之狀況卽可。

㈣ pH 值：洋菇菌絲在堆肥 pH 5.6 ～ 7.2 間均能生長良好，子實體則在 pH 6 ～ 9 之間，可以大量發生，惟 pH 在 7.0 以上時，需注意不得有氨之產生，否則將導致嚴重的減產。

㈤通氣：菇舍之通氣量，因栽培期間不同，差異極大，一般在產菇期間，以維持二氧化碳在 0.08 %以下，風速在 15 公尺／分左右，每小時換氣量在一般栽培室體積的 1 ～ 2 倍等相關因素之配合者為適。

㈥水分：洋菇菌絲在無菌之情況下，可以實施液體培養，但在堆肥上，水分卻不可過多，否則其他微生物之生長勢必將過洋菇，而致生長受阻，甚致發生病變。據實驗認為，一般正常狀況，堆肥之含水量在 61 %左右，對洋菇之生長最為有利。惟在覆土之含水量則因洋菇生長期之各階段、空氣濕度及覆土材料之不同而差異極大，一般在各週期產生子實體前，應予保持近飽和狀態，才不致發生菇體變小的現象，但在第四週期產菇後，或空氣濕度長期保持在 85 %以上時，則應酌予減少灑水。

貳、洋菇栽培場所

一、栽培場所應具備之條件

栽培場所之適宜與否，是決定洋菇栽培成敗

的重要關鍵，良好的栽培場所應具備如下的條件：

㈠適合的氣候條件：

氣候條件的考慮不外乎溫度、通風等，太過份乾燥或潮濕地區是不適合栽培洋菇的，空氣不流通或風力太大都不適宜。本省面積小，氣候條件大同小異，尤其是溫度，故只能選擇在冬季栽培，不過仔細觀察各地區氣候條件還是多少有些差異的。

㈡交通方便：

栽培洋菇雖然不能在人口密集的都市，但亦不能選擇交通不便之處，必須靠近卡車能進出之道路，因為栽培材料之收集必須依賴卡車之運輸，交通不便勢必影響栽培成本。

㈢有良好栽培材料的來源：

栽培材料主要為堆肥及覆土材料，本省栽培洋菇所用之堆肥主要來源為稻草，稻草本身係為水稻栽培的副產物並不值錢，但收集頗費人工，更由於體積大運輸不便，如距離太遠，將造成支出增加，而覆土材料一般菇農均就地取材，事實上覆土材料之品質影響洋菇產量甚

鉅，在國外大多數洋菇栽培業者均使用含水力高及通氣性良好之泥炭土，臺灣不易找到這種材料，但也必須採用適宜種綠色植物之壤土。

(四)可就近販賣或交貨：

洋菇不易保存長久，必須儘早送到市場或繳交到食品加工廠，臺灣生產之洋菇大部份加工外銷，近年來內銷市場銷量雖有上升之趨勢，但仍在總產量二成的範圍內，價格變化亦大，如僅以內銷為主來栽培洋菇仍過份冒險，還是與工廠訂立契約栽培，產品有一定的出路較為可靠，而距離檢收站亦不可太遠。

(五)要有良好的排水及衛生設施：

栽培場所最好能由菇舍向外方向有適當的斜度，使廢水能迅速排掉，不致於滲入菇舍，地面亦應平坦不得有窪穴，四週更應有完善的排水溝，儘可能的避免栽培場所積水，否則將會使病原孢子易於發芽而傳染，害蟲亦易繁殖生長。此外，栽培場所必須絕對清潔，栽培後之廢堆肥應速清除，以免為其所污染。

(六)水電齊全：

應有清潔水源供應，最好有自來水或地下水，不流動的池水是不適合用來作為洋菇灑水之用。本省目前自來水甚為普及，大部份水源應無多大問題，惟仍有部份取水困難之地區，地點選擇時亦必須考慮到。而電源亦最好能具有三相電力輸送，以供將來機械化設備之需要。

(七)附近必須有充足的男女工人：

洋菇栽培成本中工資佔四成以上，可見所需勞力甚多，如無足夠的工人是無法栽培的，以往臺灣農村勞力甚多，到處均可僱用到工人，而近年工業發展使農村勞力流向都市，造成僱工困難，勞力缺乏的現象，因此，勞力的充份供應亦應多加考慮。

二、栽培室構造

栽培室即所謂之菇舍，是控制洋菇栽培的環境，目前世界各主要洋菇生產國家菇舍之規格、大小、使用材料等均有所不同，仍無一定標準。但設計時所考慮之因素則是一致的，國外大部份洋菇的生產已趨向於將堆肥後發酵、菌絲生長、子實體發育分別在不同菇舍內進行。因

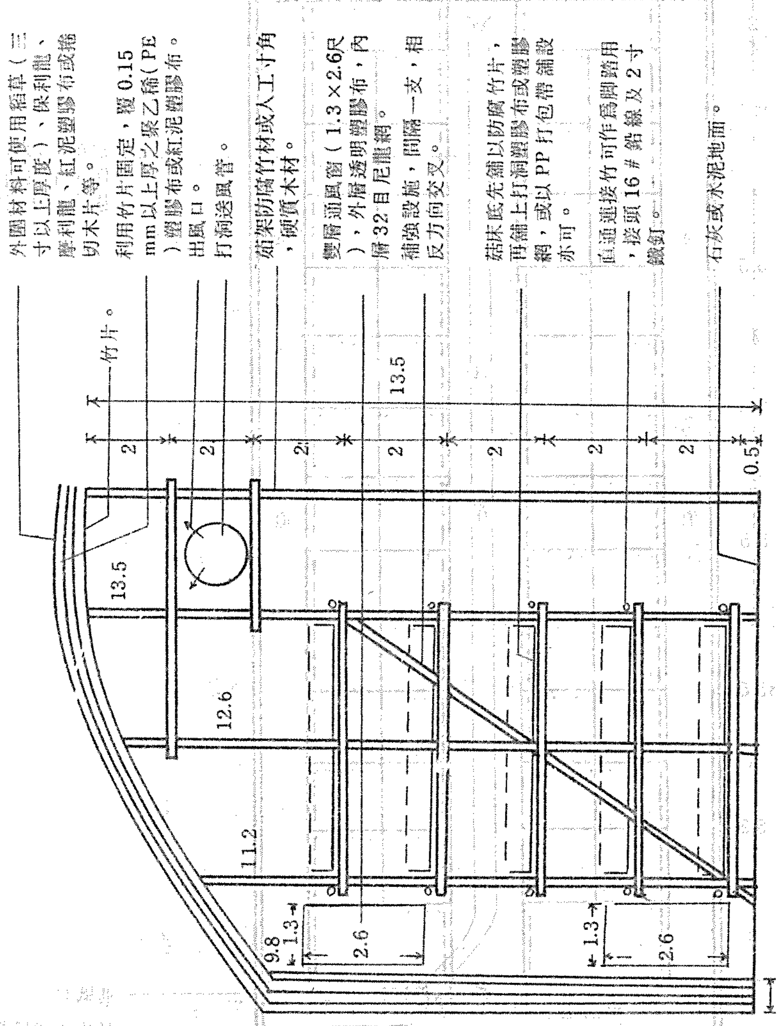
它們所需之條件迥異，而本省因考慮到一年僅栽培一期，故除了考慮到所需之條件外，尚必須配合臺灣氣候條件及經濟效益，菇舍之面積雖有五十坪、七十坪及一百坪或一百坪以上等各種不同規格，一般仍以採用五十坪較為理想，不但管理方便，且通風換氣等亦較易控制。其規格大小，如附圖二、三，在菇設計時必須注意下列幾點：

㈠提高產量方面：

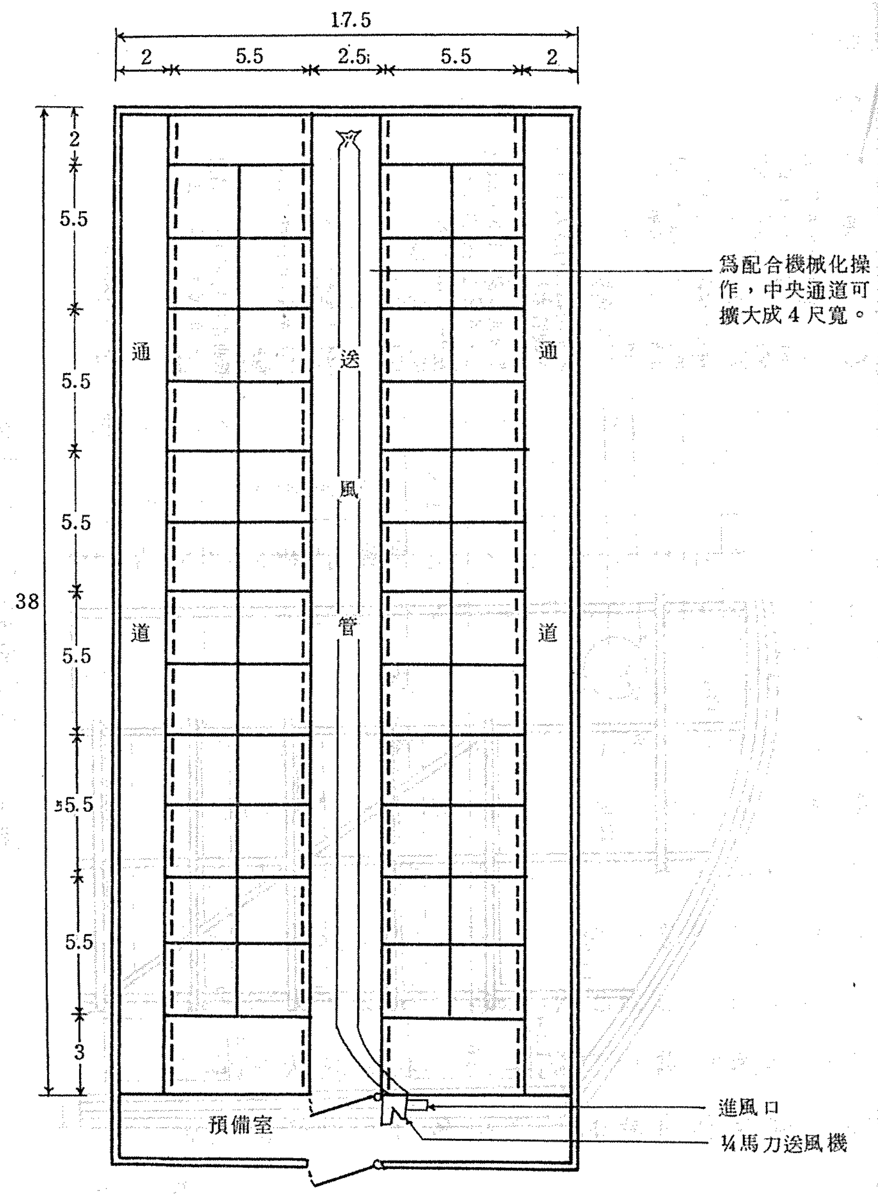
1.注意菇舍的空間比：

空間比即菇舍內空氣流通之空間與菇床面積之比，理想之子實體發育空間比應為五比一，即一平方尺的栽培面積，應該有五立方尺的空間。空間比過小時，無法排出洋菇生長時所發生的熱或二氧化碳，及其他有害氣體，易造成幼菇死亡或畸型菇而減產，惟在設計時亦必須兼顧到堆肥後發酵的需要，空間愈大愈無法保溫，目前所設計之菇舍已嫌空間稍小，因此決不可任意再將空間比縮小。

2.要有足夠的通風換氣設備：



圖二　標準塑膠菇舍設計圖



圖三　50坪菇舍平面圖

菇舍兩旁通道的兩端各開有上、下兩個通氣窗，上通氣窗直達頂端，目的在於必要時排出過多的濕氣及熱氣，增加通風換氣的效果，但僅靠門窗的通風換氣是不夠的，必須另裝設送風機（Blower）或排氣扇（Ventilator）。

3. 達到保溫的目的：

保溫具有雙重意義，一方面防止菇舍熱氣向外透，如後發酵操作；另一方面則不使外面冷、熱氣向菇舍浸入。總之，使菇舍容易控制在適宜溫度，不受外界之影響。菇舍外圍材料一般使用稻草、紅泥塑膠、保利龍、麗利龍、捲切木片或其他材料者，無論使用何種材料均須有足夠之厚度以達到保溫之效果，尤其屋頂部份更須儘可能的增加厚度，如能加層反光紙效果更為良好。

4. 合乎密閉的要求：

無論使用何種材料搭蓋菇舍，均需合乎密閉的要求，唯有如此，才能達到保溫的效果，以及預防害蟲的侵入。

5. 增加屋頂斜度：

所設計之菇舍，其高度最高 13.5 尺，最低為 9.8 尺，增加屋頂斜度可防止凝結水滴所造成上層菇床堆肥過濕的現象。

6. 合乎經濟原則：

我國洋菇栽培用菇舍可說是最簡陋，其主要原因乃在於本省一年只於冬季栽培一期，及受外銷景氣之變動，契約栽培面積不穩定，菇農對菇舍不敢巨幅投資，故所用材料均為最便宜之竹材，耐用年限甚短，近年來鼓勵菇舍之週年利用，對所用材料似應考慮較耐久之材料如木材、鐵架或水泥柱等。

㈡病蟲害防治方面：

1. 菇舍門窗需裝設紗網：

菇舍門窗必需裝設雙重門窗，一層以塑膠布，另一則以 32 目紗網裝設，當塑膠布門窗開啓時，尚有一層紗網使害蟲無法飛進菇舍。惟紗網不可過細，並應時常清洗，以免防礙通風。

2. 菇舍周圍必須環境衛生良好：

禽舍、畜舍、垃圾堆等不可緊靠菇舍，並儘可能遠離果園，避免蚊蠅孳生和發生蟲害。菇舍周圍必須排水良好。

3. 竹材或木材應先防腐，不但可增加使用年限，且可防止發毒，避免病菌潛伏。

㈢安全顧慮方面：

1. 菇舍地面要整平，最好鋪設水泥或石灰，菇架柱脚必須絕對墊平，並避免在軟質沙土上搭建菇舍，以免發生倒塌。

2. 採用成熟竹材或硬質木材作為菇架材料，不可使用過嫩且細的竹材搭建菇舍，各種安全（補強）設施亦不可省略。

3. 菇舍內用電話設備須洽請合格電匠裝設，不可擅自使用太細的電線，以免發生火災。

三、栽培場所應有之設備及使用方法

栽培場所除菇舍外尚應有如下之設備：

㈠切草機：

切草機性能應選擇：

1. 一次可切整把稻草。

2. 有三馬力動力。

3. 必要時可切短一寸長者，長度可隨意調整。使用時應注意切刀與刀座距離之調整，注意安全，切勿將手伸進去，嚴防漏電。

(二)鍋炉：

鍋炉一般用於堆肥後發酵時加熱用，由於價格關係大部採用鐵皮較薄不耐壓者，故使用時切勿隨意調整壓力，萬一缺水時，切忌急著加水，以免發生爆炸，應先除去火源待冷却後再注水。

(三)堆肥翻堆機：

國外洋菇栽培業者都具備大型翻堆機以減少人力，但本省由於受經營規模及地形限制，實不適於大型翻堆機，應採用簡易翻堆機，即能將堆肥打鬆，但仍需以人力將堆肥送入機內。

(四)水電設備：

每一菇舍必需有水源設備及電源插座供照明或其他電器用具使用。

(五)上床機、輸送機械、下種機、覆土機械、採收機械：

到目前為止，本省尚未發明較理想的機械，大多數國家正積極地開發上述各項機械，近年來由於勞力缺乏，機械化操作勢在必行。

(六)此外各種器具如消毒用噴霧器、翻堆用鐵叉，篩土用之篩，量氣溫及床溫用之溫度計、灑水用之水管及蓮蓬頭，採收用之切菇柄刀、秤、籃框等均應事先準備，以防到時不知所措，浪費工資。

叁、洋菇堆肥

一、洋菇堆肥製作方法之演變

本省洋菇堆肥堆製方法，自民國四十二年(1953 年)起，至目前民國七十三年(1984 年)止，大致可以分為 1.早期堆肥期，2.長期發酵期，3.短期發酵期，及 4.菌床發酵期等四個階段，在以上之發展過程中，因配合品種及栽培技術之改良，不但在人工及成本方面逐期得以大幅減少，且在單位面積產量方面，也有明顯的提高。

早期堆肥，自民國四十二年至五十五年(1953 至 1966 年)止，由最早堆製三十天，漸漸改為堆製二十一天，不實施後發酵即行下種栽培

，當時因尚採手工切草，長度都在一尺以上，甚至還有不予切斷，保持二～三尺原稻草之長度，即行加水堆積者，故需翻堆六至七次，50坪份之堆肥需翻堆人工42至49工，而產量只有8至18公斤／坪。至民國五十六年至六十二年（1967～1973年），實施長期發酵後，因已採用機械切草，長度在五寸左右，故堆積時間也縮短為十四至十六天，人工也減為30至36工，此期雖因實施後發酵，需多用燃油100至200公升／50坪／棟，但一般產量却由前期之8至18公斤／坪，一躍而達25至35公升／坪。

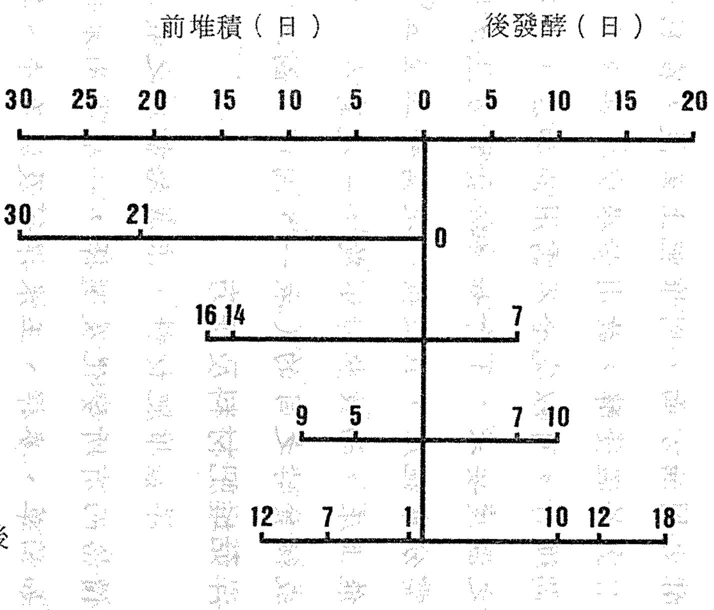
到民國六十三年至七十二年（1974至1983年），推廣短期發酵，更將稻草切為一寸左右，堆積時間更減為五至九天，人工減為8至12工，產量達45至60公斤／坪。

目前民國七十三年（1984年）後，擬推廣「菌床發酵」，本方法可依栽培者之設備，習慣或工作調配之需要，將稻草堆肥材料，加水堆積一天或七天，甚至十二天以上，然後在堆肥上床前24小時內，將配合材料一次加入堆肥中混拌均勻

後，隨即上床，進行後發酵，後發酵時間，依前堆積時間及後發酵微生物成長狀況而定，一般前堆積十二天者，後發酵十天以上；前堆積七天者，後發酵十二天以上，前堆積一天者，後發酵十八天以上。本方法，因翻堆次數只需一至二次，故翻堆人工只需4至8工／50坪／棟。而在後發酵之用油方面，因堆肥上床後，在菇舍中，可以自動昇溫發酵，故用量很少，甚至在氣溫適當時間進行，可以完全不需用油加溫，即可達到所需之溫度要求，不會如傳統發酵方法，因配合材料需分期施用，且最後一次需經三至五天之堆積才能上床，而致熱量不夠，一定需人工加溫才能完成後發酵之目的（表一、圖四、圖五）。

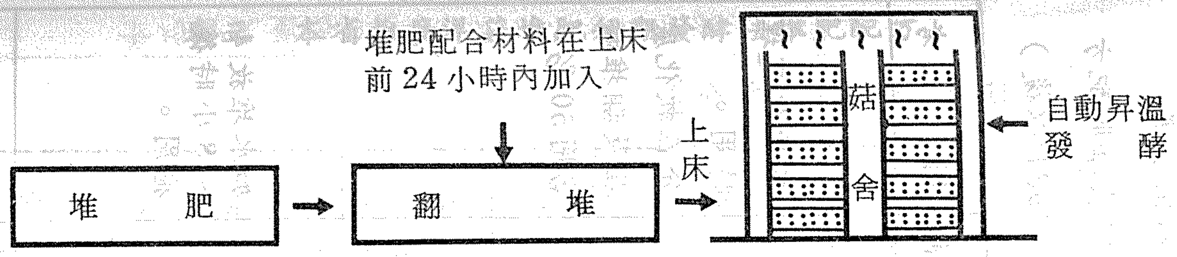
二、洋菇堆肥材料及配方

洋菇堆肥材料，依栽培當地之農產，運輸及價格而有所變化及選擇，一般採用禾本科植物；如稻草、麥桿、玉米桿等及混有牛、馬廐肥之材料為主，配合材料；則除化學肥料及石灰等外，尚有黃豆粉、米糠、麥麴、粉頭及雞糞，豬糞等有機氮類，玆將本省目前推廣及國外部份材料配

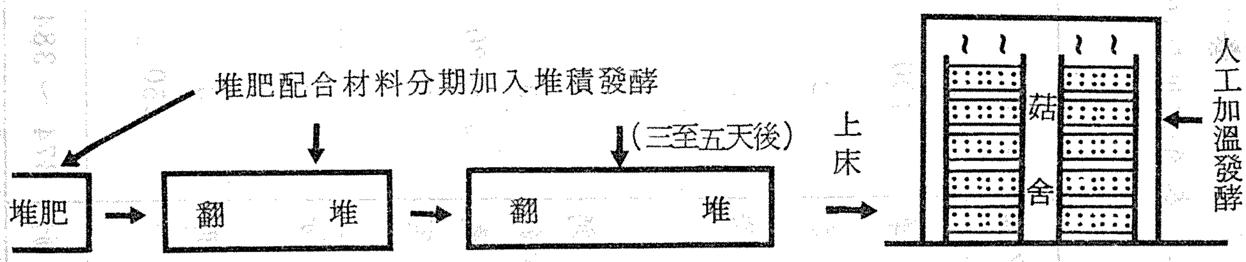


公元	翻堆次數	翻堆人工	燃油量 ℓ／棟	產量 kg／坪
1953-'66 早期堆肥	6—7	42-49	0	8—18
'67-'73 長期發酵	5—6	30-36	100-200	25-35
'74-'83 短期發酵	2—3	8—12	100-200	45-60
'83 以後 菌床發酵	1—2	4—8	0-50	55-80

表一　本省洋菇堆製演變概況



圖四　菌床發酵法示意圖



圖五　傳統堆積方法示意圖

方表列於後（表二、三、四），以供參考。

表二　本省新推廣洋菇堆肥菌床發酵法堆肥配方

（公斤）（1984 以後）

材料名稱	指數	五十坪份用量	備考
稻草	100	5,000	
硝石灰	2	100	在軟化處理時用。
硫銨	2	100	分在軟化處理及翻堆時各用 50％。
碳酸鈣	1	50	
過磷酸鈣	3	150	
有機氮	10～20	500～1,000	
糖蜜	1	50	
豆餅粉	2	100	加水堆放 4～8 小時後施用。
米糠	3	150	
水	250	12,000	
合計	374～384	18,700～19,200	

表三　本省推廣洋菇堆肥短期發酵法堆肥配方

（公斤）（1974～1983）

材料名稱	指數	一坪份	五十坪份	備考
稻草	100	100	5,000	
硝石灰	2	2	100	
硫銨	2	2	100	
豆餅粉	1	1	50	
過磷酸鈣	3	3	150	
碳酸鈣	1	1	50	
糖蜜及微生物	1	1	50	
有機氮	10	10	500	經堆積醱酵並乾燥者。

表四　歐、美、韓、日各國洋菇堆肥配方資料

1.美國濱州主要栽培區堆肥場所採用之配方：

(1)廐肥材料（Horse Manure Pile）

材　料	濕重（噸）	乾重（噸）	含氮（%）	每噸含氮量（噸）	乾重指數
廐肥（Horse Manure）	80	50	1.2	0.6	100
雞糞（Chicken Manure）	7.5	6	4.0	0.24	12
酒糟粕（Brewers Grain）	2.5	2.5	4.0	0.1	5
石膏（Gypsum）	1.25	1.25	0	0	2.5
合計			59.75		0.94

平均含氮量為 0.94 ÷ 59.75 ＝ 1.57 %

(2)合成堆肥材料（Synthetic Pile）

材　料	濕重（噸）	乾重（噸）	含氮（%）	各材料含氮總量（噸）	乾重指數
麥稈（Hay）	100	85	2	1.70	100
玉米穗軸（Cobs）	100	85	0.3	0.26	100
雞糞（Chicken Manure）	25	15.75	4	0.63	18.5
硝酸銨（NH_4NO_3）	2	2	32	0.64	2.4
鉀肥（Potash）	2	2	0	0	2.4
石膏（Gypsum）	4	4	0	0	4.8
合計		193.75		3.23	

平均含氮量 3.23 ÷ 193.75 ＝ 1.68 %

配方(1)、(2)為濱州洋菇栽培區堆肥場主要標準配方，但各堆肥場因商業競爭上的關係，亦有另行設計配方者，如Kaolin堆肥場，最近採用之配方為：

(3) Kaolin堆肥配方

材料	重量（公斤）	指數
麥稈	6,000	100
玉米穗軸	4,000	66.7
大豆糠	500	8.3
雞糞	500	8.3
石膏	150	2.5

註1：大豆糠，大豆加工處理時，所留下之大豆仁外皮，（如精米時之米糠）及5％左右之大豆仁碎片。

註2：本配方之主材料麥稈及玉米穗軸Kaolin公司有時以廄肥代替，或部分代替。

2. 荷蘭洋菇堆肥配方

材料	重量（公斤）	指數
廄肥	8,000	100
麥稈	2,000	25
雞糞	1,000	12.5
石膏	250	3.1

註：荷蘭堆肥公司所使用之雞糞一般採用飼料所養，六週可產一公斤之雞糞，該雞糞並含有雞食落下之飼料。

3. 英國Darlington堆肥配方

材料	重量（公斤）	指數
麥稈	3,520	100
雞糞	880	25
Sporarite	616	17.5
石膏	312	3.75
水	3,877（加侖）	110.14

4. 日本洋菇堆肥配方

材　　料	重量（公斤）	指　　數
稻　　草	1,000	100
硫　　銨	20	2
尿　　素	7.5	0.75
M — S — 85	20	2

5. 韓國洋菇堆肥配方

材　　料	重量（公斤）	指　　數
稻　　草	200	100
尿　　素	2.8 2.8	1.4
雞　　糞	30 ～ 40	15 ～ 20
石　　膏	12	6

洋菇單位面積之產量與堆肥之用量相當的關係，上表二、三所列每坪稻草用量以 100 公斤為準，但本省中、南、北部之菇農地區性水稻產期

之差異；有採用每年第一期之稻草也有採用第二期者，甚有部份栽培者因需向外購買稻草，由於人為的因素，而致稻草之含水量及品質都有很大的差異，故一般向外購買稻草者，雖有地磅憑單，但還需抽檢秤量，並測定水份，在農家測定水份時，可在稻草材料中，抽取 100 公斤，用陽光曝曬 1 ～ 2 天，使該稻草達到 15 %左右水份含量之正常乾燥的狀態，再秤量一次，如有不足的數量，則應按比例給予補足。一般若採用第二期剛收割，含水分較高之稻草者，可酌予提高 10 ～ 20 %之用量，惟其他配合肥料可以照表施用不需調整，由於各地所採用之堆肥材料稻草不一，故若完全以重量為準，往往會造成許多實質上的差異，故最後以調整堆肥堆積 7 ～ 9 天上床時之菌床厚度以 1 ～ 1.2 尺為準。

至於表四，係歐美韓日各國，因其地區洋菇堆肥用，特產材料之不同而實施，在此僅供參考之用。

三、洋菇堆肥堆積

(一)堆積時間：

本省在1969年以前，洋菇堆肥之堆積，都採行堆積3～5週，翻堆5～7次之方法，目前僅有少數進行堆積2週以上者，而大部分都採行堆積5～9天的短期發酵方式，最近筆者更進一步研究完成僅堆積一天，或視工作之調配與設備及習慣之需要，可以隨意調節堆積時間之「洋菇堆肥菌床發酵法」，這種方法，無論堆積1天，或7～15天以上，只要堆肥材料有70％以上之含水量，即可將菌床發酵用之配合材料，一次均勻混拌後，在24小時內，即予上床，堆肥上床後，盡可能使其自然昇溫發酵，決不可如傳統方法施以人工加溫，使堆肥藉蒸氣之熱力而昇溫，若此堆肥溫度在停止加溫時，隨即快速下降，而達不到菌床發酵之目的。

(二)堆肥堆積理論：

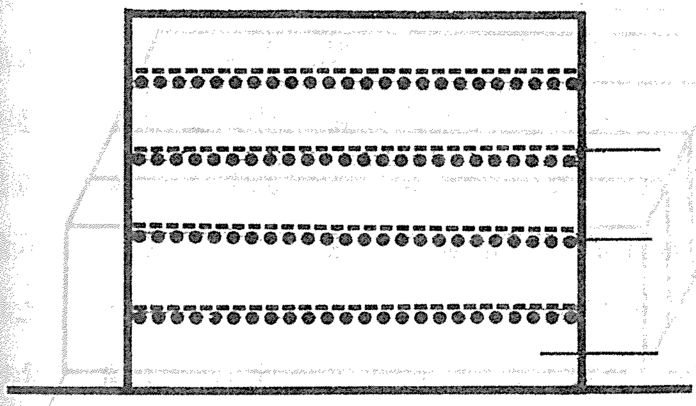
在堆肥之堆積作業上，如採行1～3天之堆積，只需考慮要有足夠的施水量及其均勻度即可，但在事實上，堆積時間需要較長時，就必需對堆肥堆積之理論作一較深入的瞭解。

堆肥堆積之目的，主要的是藉發酵作用，

將原適合於多種真菌類生長之培養材料，轉變為僅適於洋菇生長之營養，並增加堆肥適當的保水力，以資洋菇最適之生長。

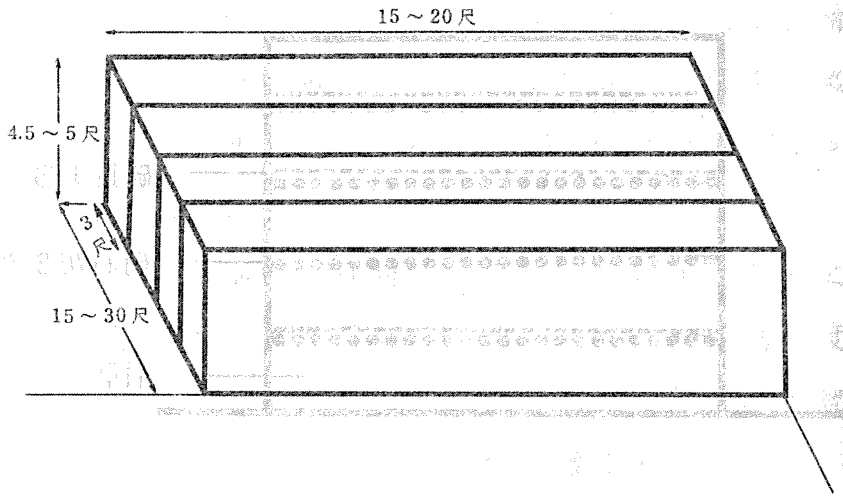
堆肥堆積期間，大量微生物在堆肥中生長，開始軟化稻草，並造成堆肥溫度的上昇（圖六），在極短時間內，以細菌類占了優勢，以後將漸漸轉變為放射菌（Actinomycetes），軟化菌（*Humicola sp. Torula sp.*）之孳長，形成微生物鏈（Microbial Sucession）的自然現象。

堆肥在發酵期間，因微生物之種類及環境



圖六　軟化處理材料堆積法

因子影響，往往其溫度含有相當的差異，惟一般在堆肥之中心，最高者可達 80°C 以上，當堆肥溫度達 77°C 以上時，堆肥中之氮素，會以氨氣狀態而急速的散失，如再單以分解之觀點而言，分解之最高速度，應在 52 ～60°C 範圍，而此時之氮氣之散失量也應最少，為造成堆肥大部分溫度都能近似於此堆積時之寬度以 100 公分，高度以 135 公分，長度 400 公分以上，或依地形而定，如此堆妥一堆後，再於該堆之側邊，連接依式再堆 5 ～10 堆，使其總寬度達 5 ～10 公尺之小堆連堆式堆積法（圖七）。



圖七　小堆連堆堆積法

㈢翻堆：

在堆肥堆積期間，需要適時加以翻堆，其翻堆之次數及每次翻堆間隔之日期，乃依堆肥材料、堆積方法及堆積前後期間而有所差異，為工作調配上之需要，一般是以預定 1 ～ 7 日期而實施翻堆作業，但也有以堆肥溫度在翻堆後自然漸次上昇，昇到不能再上昇，亦即表示氧氣有不足之狀態時，即行翻堆藉以補充氧氣的方法，也可以得到相當良好之效果。翻堆無論採用人工或機械翻堆，均以能使堆肥之上、下、內、外部之材料，有機會更換位置及均勻混合配合材料為主要原則。

在傳統之觀念上，嫌氣發酵，都被認為對洋菇之生長是有害的，故一般堆肥堆積期間，為預防嫌氣發酵之發生，均主張適時勤於翻堆，但近年亦部分學者證實，在堆積腐熟之早期，如有適當程度之嫌氣發酵，不但在後發酵期間 2 ～ 3 天內即可矯正，且因堆肥嫌氣發酵而產生之黑褐色物質，是轉受為以後僅適合洋菇生長而不適其他菌類生長之主材料，故堆積前

之嫌氣發酵，並不表示堆肥堆積的失敗，反而可以造成相當有利的條件。但堆肥堆積時，卻不可超過10天以上，長期堆在水分過多，堆底一直流水的情況下，如此在後發酵期間，將很難有良好微生物鏈之繁生，以後洋菇之產量，也將會受到相當不良的影響。

四、後發酵

㈠後發酵之目的：

洋菇堆肥堆積完成後，必需實施後發酵，在後發酵期間，除了利用高溫滅減堆肥中有害病蟲原體外，還有培養有益之微生物及改變其理化性，使適合於培養洋菇之目的。因此，洋菇堆肥後發酵之得失，可以決定洋菇栽培之成敗，一般在前堆積時，如堆肥品質未達理想，在後發酵期尚可施以適當的糾正，使其成為良好的堆肥；如果後發酵實施不得法，不但不能改善不良堆肥之品質，反而會將堆積良好之堆肥變成不適栽洋菇之劣質堆肥，而致無可挽回減產之局面。

㈡決定後發酵時間長短之因素：

後發酵時間之長短，應依堆肥堆積時間，堆積寬度及堆肥發酵狀況而定：

1. 堆肥堆積時間：根據以往之經驗，原則上堆肥堆積1天者，後發酵應實施18天以上。堆積7～9天者，後發酵應實施12天以上。堆積12天者，實施應在10天左右。堆積15天者，應實施7天左右即可達到相當理想之程度，如無特殊情況，後發酵時間不宜延得太長，否則不但會形成堆肥失水太多，且堆肥之乾重也會逐漸損失，造成洋菇必然減產，因此只要環境許可，堆肥品質也達到一定之標準，後發酵時間應以適恰為妥。

2. 堆肥堆積寬度之關係：堆積過寬或緊密度過高，使堆肥長期處於嫌氣發酵之狀況，則堆肥上床後，需以後發酵之方法，較長時間來糾正堆肥的品質，否則會使洋菇菌絲生長遲緩，雜菌繁生，影響洋菇產量至鉅，如堆肥堆積寬度較小，或採小堆連堆堆積法，可兼顧堆肥之通氣量與減少堆肥外表層不發酵部分之缺失，則可以縮短後發酵之時間。

㈢後發酵之昇溫：

堆肥上床後都會自然昇溫，但一般很難達到理想的溫度，故需以人工加入蒸汽的方法，使堆肥及菇舍室內空氣溫度達到理想的溫度，在加溫時有一個最重要之原則是：不可加入蒸汽太多，使空氣溫度急速昇高，而超越了床溫，若此很快將會使堆肥品質變劣。至於溫度之高低，需視堆肥堆積方法不同而有差異，一般如堆積15天以上之堆肥，床溫不得超過60°C，否則會使堆肥品質變壞，並會誘引雜菌之生長，如有任何原因，使堆肥溫度超溫時，即應以延長50°C左右之發酵時間，使堆肥品質藉微生物之發酵作用，得以矯正之。但若系實施短期發酵或菌床發酵法，則由於堆肥材料較為新鮮，發熱量較高，可自動昇溫達68～70°C以上，又此法之後發酵期較長，故雖有此超過溫期之出現亦屬正常。同時該68～70°C以上之超溫期，尚必需出現才能達到發酵完熟之目的，否則如因氣溫太低或因在昇溫時以予開窗強制降溫，而致床溫低於66°C以下時，據以往

之經驗，將使產量大為降低。

㈣後發酵的方法：

洋菇堆肥後發酵，大致可以分為四個階段（菌床發酵部份，另在實施過程中詳述）。

1. 自然昇溫期：堆肥上床及準備工作完妥後，即將所有之門窗完全關閉，此時菇舍內之堆肥，隨即開始發酵，溫度亦逐漸昇高，為使上、下層堆肥及空氣之溫度平均，可即打開通氣機之內循環口，經24小時左右在一般情況下，堆肥溫度可以自然達到60°C以上，此時應即再開通風機之通入外氣口，使新鮮空氣進入菇舍，促進堆肥之良性發酵，如堆肥溫度尚繼續昇高，可以不需急予加溫，待堆肥溫度不再上昇時再行通入蒸氣加溫。如果在氣溫較高之情況下作後發酵，在堆肥上床24小時內，菇舍內之空氣已達60°C以上，則只要維持6～12小時左右即可以作漸次送入外氣降溫的作業，不需再加入蒸氣，以節省燃料，但如在維持45～52°C之一週內無法保持溫度時，還需加入蒸氣補足之。

2. 加溫消毒期：一般在堆肥溫度不再自然昇時，即行加入蒸汽，使菇舍內之空氣達到60°C，維持6小時以上，以殺死堆肥表面之病蟲原體，此時堆肥內之溫度往往會超過60°C以上，甚至達到70°C以上者，為了改善因堆肥超過60°C以上所受到的品質傷害，需特別注意，當測知堆肥溫度已達60°C以上時，必需通入足量的新鮮外氣，以免堆肥中之放射菌，因在高溫及氧氣不足的情況下而形成氨化作用並損害堆肥品質。有時，在堆肥上床後因遇到寒流，氣溫過低，往往使堆肥自然發酵昇溫不夠理想，此時在人工加入蒸汽加溫時，必需注意要有如前述足夠能量之後發酵爐使溫度正常達到消毒之目的，否則不但費油費時，且無法達到消毒之目的。

3. 保溫培養有益微生物期：一般正常的堆肥，在加溫消毒後，會緩慢的降溫，待堆肥溫度降到50°C時，即應再補加蒸汽，使堆肥在50～52°C下維持72小時以上，然後再使堆肥保持在45～50°C溫下4天，使堆肥呈現鬆軟且富彈性，達到最適洋菇生長之狀態。

4. 降溫期：堆肥經後發酵，達到適當腐熟且無任何氨或不良氣味時，即可自45°C狀態下急速降溫，待床溫達到30°C左右時，即可下種。

5. 後發酵時溫度測定方法，以上所述菇舍之空氣溫度及床溫最好以隔測溫度計或30公分以內之留點溫度計測定之，100公分以上之長溫度計經試驗結果用於測定此工作誤差甚大，不宜再使用為妥。為避免在後發酵期間觀察溫度進入菇舍而發生中毒死亡之危險，可將30公分之短溫度計接上3尺8號之鐵絲自菇舍外插入測定之。

肆、洋菇菌種

一、洋菇菌種之種類：

洋菇菌種以培養材料區分，主要有堆肥菌種、穀粒菌種、顆粒菌種等，分述如下，其他尚有於莖菌種或各種不同材料所作成之菌種，均大同小異，故簡略之。

㈠堆肥菌種：

使用經過堆積腐熟之堆肥作為材料所製成之菌種，其優點為易於長久保存，對惡劣環境具有抵抗力，即菇床的環境不甚適當時，堆肥菌種不容易分解或被雜菌感染。洋菇子實體發生硬褶開膜菇的現象也較少，但它製造費時費勞力，又不適合用撒播方法下種，下種頗費勞力，且菌絲長滿菇床時間較長，故堆肥菌種現已不普遍。

㈡穀粒菌種：

用小麥或其他穀類作為主要培養材料所製成之菌種。穀粒菌種可用撒播法下種，快速且方便，在菇床上菌絲生長快速，產菇較早，故現已被普遍採用，但正由於菌絲生長快容易產生大量的熱，不但會造成菇舍內溫度昇高且菇床表面也容易乾燥，管理上不能不注意。此外，吸引老鼠為害亦為它的缺點，應注意防治。

㈢顆粒菌種：

以堆肥或其他材料及澱粉類混合壓製而成，下種後不容易感染雜菌，老鼠為害較少為其

優點，惟使用時應注意保持堆肥表的適當的水份含量，不使過份乾燥，且須用少許堆肥覆於菌種之上，方能達到良好效果，否則菌絲很難生長而失敗，菇農尚不習慣，故現仍很少人採用。

二、優良洋菇菌種之鑑定

菌種的好壞會直接影響到洋菇單位面積產量，也是大家最關心的問題，由於菌種製造技術的差異，同樣品種也有好壞之別，使用不良菌種，輕者減產，嚴重者幾乎無菇可收。因此選擇菌種不可以不小心，應注意下列幾點：

㈠菌絲全部長滿菌瓶：

一般菌種以肉眼觀察應待完全長滿後5～10天下種最為適當，未長滿菌種，麥粒未被菌絲佔有，雜菌容易侵入污染，故在菇床常會感染綠黴等病菌。

㈡菌絲生長良好、活力強：

菌絲生長良好的菌種，具有特有的味道，菌絲稀疏或不正常或存放太久，均不適宜。

㈢無雜菌污染者：

洋菇菌絲為白色絲狀，如發現有黑、綠、紅或其他顏色的菌落，即為雜菌污染，應予廢棄，絕不可使用。

㈣不得有酸臭味道：

菌絲生長後遇高溫或不良環境時，會發生部份菌絲死亡現象，而產生酸臭味道，這種菌種下種後雖尚有部份菌絲會生長，但活力很弱，很快地會在穀粒上長出各種雜菌。

三、菌種下種量及下種方法

㈠菌種下種量：

菌種使用量應視堆肥用量、氣候條件、栽培管理方法及考慮經濟效益而定，一般氣溫低，堆肥量多時，應使用較多菌種，反之亦然。使用過多菌種雖無害處但增加負擔且不經濟，使用量過少則增長菌絲長滿菇床堆肥時間，增加病原菌入侵的機會，亦屬不當。以本省的氣候條件，菇床堆肥厚度6～8寸之情形下，每坪使用 400 cc 之菌種3～4瓶較為妥當。但如下種期延後氣溫較低或堆肥量較多時均應酌予增加使用量。

㈡下種方法：

當堆肥後發酵完成後，菌床中心溫度降低至攝氏30°C以下不再有發酵昇溫的現象，同時室溫在27°C以下時即可下種，下種前先將所用之器具及操作人員之手，用肥皂水洗淨，最好能用消毒水如石碳液等消毒。將每一瓶菌種用肉眼仔細檢查，如發現有雜菌污染，就不可使用，打開棉栓後檢視瓶內之菌種表面，再打鬆倒入小盆內，檢視無雜菌後再倒入大盆以供播種。菌種挖出的方法最好能將玻璃瓶打破，取出菌種後捏鬆，塑膠瓶菌種用刀割開取出或用手捏鬆倒出即可，避免用鐵條挖得稀爛，應保持每一顆穀粒的完整，菌絲係環繞在穀粒的周圍，如穀粒被割破時，容易引起雜菌滋生。

下種先使用⅔的菌種量，如每層五坪共需20瓶的菌種，先將14瓶倒入一盆中，均勻的撒播在整層的菇床上，用釘有鐵釘的木板拍打堆肥，穀粒菌種即可掉落於菇床堆肥中，如能將菌種與堆肥充分混拌更為理想。然後將其餘⅓（即6瓶）再均勻撒播在堆肥表面，輕拍堆

肥將其整平。

伍、洋菇覆土

一、洋菇覆土之作用與理論

(一)固著作用：洋菇成長後，需藉菌根盤著於覆土，而得以支立，否則必將傾倒，致使無法正常生長。

(二)保水及緩衝作用：菇床之堆肥，過乾過濕對洋菇之生長均屬不利，覆土不但對堆肥具有保濕作用，且在大量灑水時，具有緩衝作用，使所灑下之水不致過量直冲菇床，而致影響洋菇菌絲之正常生長。

(三)造成適當發菇環境：覆土材料一般是由礦物顆粒，有機餘物及充滿水或空氣的孔隙所組成之複雜基體。其養分雖不及堆肥之充足，但在潮濕時仍可以供多種有益於洋菇生長之微生物繁生，洋菇之菌絲，在此也可以大量的生長，且洋菇子實體形成之各種變化，皆在此覆土層之內。故在洋菇栽培之過程中，覆土層內，洋菇菌絲生長之正常與否，為決定產量高低之最

重要因素之一，這點將在以後栽培管理之一節中，另有實施方法之詳述，目前由覆土層誘使發菇之因素，為吾人所知者如下：

1.造成二氧化碳分壓差異的環境：

菇床經覆土後，可聚集2％左右高濃度之二氧化碳，促使洋菇菌絲向覆土層伸展，待出菇前大量通氣後，菇床之二氧化碳可降至0.5％左右，而空氣中二氧化碳在0.05％左右時之分壓差異的環境下，即可形成大量之子實體。

2.造成溫度突降的環境：

覆土層，每次大量澆水後，都會使菇床突然下降而刺激子實體之形成。

3.造成養分差異之環境：

在養分較高之洋菇堆肥中生長的洋菇菌絲，伸入養分較低且碳氮比也不同之覆土層後，會因生物本能，為求延續後代而形成子實體。

4.造成有益微生物生長之環境：

最近已確知覆土中有部份微生物與洋菇

子實體之誘發過程有關，其中尤以*Pseudomnas Putido*及*Pseudomnas Group* TV，最為有效。由各種試驗獲知，洋菇覆土後10天左右，細菌數目可以達到最高峰，故在栽培期中，於此期間，配合各誘發子實體因素，實施促進結菇最為有效。

二、洋菇覆土材料之選擇

優良洋菇覆土材料需俱有；吸水性強，通氣性好，有機物夠，病蟲原少及無重金屬等條件，目前各國覆土之材料均認為以選用粘質壤土或泥炭土較為理想。部分生產者也有將兩者適量混合後用之，以目前之資料顯示，以上各覆土材料，如能分別給予適當的使用及管理，都可以使其最高產量達到100公斤／坪左右，故栽培者在選擇時，應以材料來源之可靠性及經濟效益而決定之。

目前本省洋菇覆土材料之來源，已有部分農會或私人辦理共同採土作業，此當可具較好之設備或經驗進行適當的選擇，如屬個人選擇覆土材料時，初步以選擇粘質壤土，再經充分灑水後，如能保持均勻濕度，乾時不會結成硬塊或呈現龜

裂現象者為宜，但如為確保所採用之覆土材料品質優良，最好的方法是：將下期擬採用之覆土材料，先作一期少量試驗，待確認為理想後，再予全面實施最為可靠。

三、洋菇覆土材料中有機質之重要性

由許多實驗證明，以純有機質之泥炭土或過腐植土作為洋菇之覆土材料，確實可以得到最佳之產量；又在較黏質之土壤中，加入有機質，即可改良其結構，使其成為良好之覆土材料，故一般有經驗之栽培者，喜在未耕過之土地或在種有覆蓋作物的輕度耕地上採取覆土材料。但這不表示洋菇需在覆土材料中攝取任何養分，因如在覆土中施用肥料或未經分解的有機物，則不但對洋菇無任何益處，反而會誘引病蟲害之發生。目前一般覆土材料，以保水力和通氣性之結構太差者，可酌予施用5～30％泥炭土或過腐植土並加適量之石灰，調節pH值，即可得到提早產菇及提高產量之理想結果。另有學者在覆土中加入5％重量比之長滿洋菇菌絲的堆肥，得到58％增產的紀錄。

四、覆土材料pH值之概念及洋菇生長之範圍

pH值，是化學家為便於表示酸鹼性程度之數值：由最酸為1至最鹼為14，中性為7，故凡大於7者，如8、9、……14為鹼性，小於7者，如6、5、……1為酸性，惟在理念上需注意，兩個不同pH值之間，如1與2，是相差10倍，而不是1倍；2與4是相差10×10＝100倍，而不是2倍，栽培者需有此觀念，才能體會出pH值間的關係。

栽培洋菇所用之覆土材料，一般都認為應該在7左右，但事實經驗，在pH 5.5～8.0範圍內，對洋菇之產量並無差異，惟一般習慣上，pH值在6.5以下者，施用適量的石灰，以調節其pH值較為理想，同時施用石灰也可以改善不良黏土的結構，以形成團粒構造，避免大量灑水而呈泥漿狀。

五、石灰之種類及其特性

調節覆土用之石灰，大致有以下數種：

㈠氧化鈣：俗稱「生石灰」，是石灰石高溫燒製而成，pH值極高，目前已很少被用於洋菇之栽培。

㈡氫氧化鈣：俗稱「硝石灰」，是由生石灰加水後乾燥而成，在洋菇栽培上，已廣被應用。以上兩種石灰，在含有水分及二氧化碳之情形下，都會轉變為「碳酸鈣」。

㈢碳酸鈣：因製作方法不同又可分為以下數種：

1. 石灰石粉：由天然石灰石研碎磨細而得，本省一般俗稱「重質碳酸鈣」，其特性是溶解性較慢，pH值近中性，卽使在使用過量的狀況下，也不會使pH值致超高的危險。但由於比重較輕質碳酸鈣為重，運輸較為不便。
2. 石灰石塊：由石灰石打碎而得，其大小約小指至姆指頭大小，此種石灰石塊，在歐洲曾廣被採用，其目的是利用塊狀「石灰石」溶解於水的時間較慢，而得到長時緩效之效果。
3. 碳酸鈣：俗稱「輕質碳酸鈣」，是由於氧化鈣加水再通入二氧化碳而製成的，其成份較純且細者，一般作為高級工業用品，而顆粒較粗者，為洋菇栽培上之用，其質較輕，為一般栽培者所樂於採用。
4. 碳酸鎂：為一含鎂之石灰石製成，理論上，

其調節土壤酸性的功能，較碳酸鈣為有效。

在調節土壤酸性效果之觀點上，經實驗認為1,000克之碳酸鈣，相當於750克之硝石灰，或500克之生石灰，800克之碳酸鎂。惟目前本省市售之碳酸鈣，為迎合菇農之心理，有部分將碳酸鈣摻入硝石灰，使pH值提高到8以上，此在實用上，並無任何意義。

㈣石膏：一般在堆肥製作時施用，每噸堆肥中施用量為30公斤左右，可在堆肥堆翻期間，作一次或分兩次施用，以調節堆肥之含水量及黏稠性。

六、覆土材料之需要量

一般洋菇床面之覆土厚度為3公分左右計，一坪需0.972立方公尺，50坪為48.6立方公尺，栽培者以每棟50坪份，準備50立方公尺即可，以重量計大致為5,500～6,000公斤左右。

七、覆土材料之準備與貯用

在洋菇覆土前，至少於一個月以前，即可將擬採用之土壤用耕耘機耙碎，使表土所附之草根等有機材料得以充分的分解，然後再經1～2次之耕犁，使該土壤之有機質得以均勻分佈，然後

再用2.5公分左右之網目篩子過篩消毒備用。在貯存時，無論時間長短，均不宜將覆土材料過份乾燥，使呈粉狀；或過濕，使呈糊狀，否則在過乾情況下，以後即無法回復其均勻的水分含量，如過濕則將影響其良好之結構。因此在貯用時，必需保持適當濕潤狀態之含水量。

八、覆土材料之消毒

優良之覆土材料，經任何方式消毒後，對洋菇之產量，大致都會有或多或少減產的現象，但若不予消毒，一旦病蟲害發生時，都將造成不可收拾之禍患，故在專業或大量栽培時，必需實施覆土消毒，以策安全。

洋菇覆土材料消毒方法可分為物理及化學藥劑消毒兩大類：物理消毒法，一般採用火力消毒與蒸汽消毒兩種，火力消毒是以特製之土壤火力消毒機，利用煤氣或石油為燃料，將覆土材料加溫炒至60～70°C，堆成一大堆，再以PE布覆蓋備用。蒸汽消毒是以高壓鍋爐配合蒸汽消毒或消毒車，使覆土材料溫度達到70～80°C，維持30分鐘，即可堆成一大堆，以PE布覆蓋備用。化

學藥劑消毒者，常用者有以下三種藥劑，其一為「邁隆」（Basamaid），一般以100公斤覆土材料使用8公克，5,000公斤／棟之覆土使用400公克，消毒後經7～10天並翻堆1～2次以後，使用較為安全。其二為「福馬林」，一般為100公斤用80 cc.，即5,000公斤／棟覆土材料用400 cc.消毒，並用PE布覆蓋24小時後，將覆土材料打開或過篩，經一週左右，待完全無藥味時備用。其三為「氯化精」，一般每100公斤覆土材料，用5～6 cc.，即5,000公斤／棟覆土材料用250～300 cc.，消毒並用PE布覆蓋二天後打開，經過篩及曝曬兩週後左右，待完全無味時備用。

九、洋菇覆土架之製作

國內外洋菇覆土架已有多種，其中有用塑膠圈連結而成或用木板釘製成方形者，今為求更經濟與使用上之方便，乃設計一種軟性覆土架，經試用後頗受使用者之歡迎，其製作方法如下：

㈠大小：寬度，約菇床寬度之½，一般約為70公分，長度，一般為90公分左右。

㈡材料：一個覆土架之材料規格及數量如下：

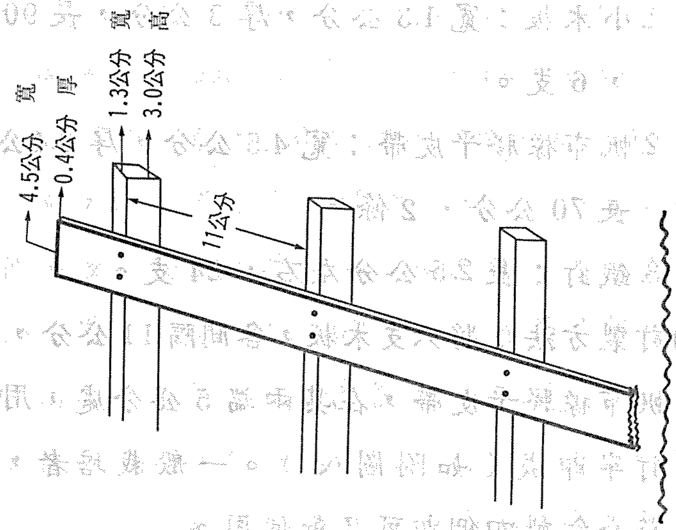
1. 小木板：寬1.3公分，厚3公分，長90公分，6支。
2. 帆布橡膠平皮帶：寬4.5公分，厚0.4公分，長70公分，2條。
3. 鐵釘：長2.5公分左右，24支。

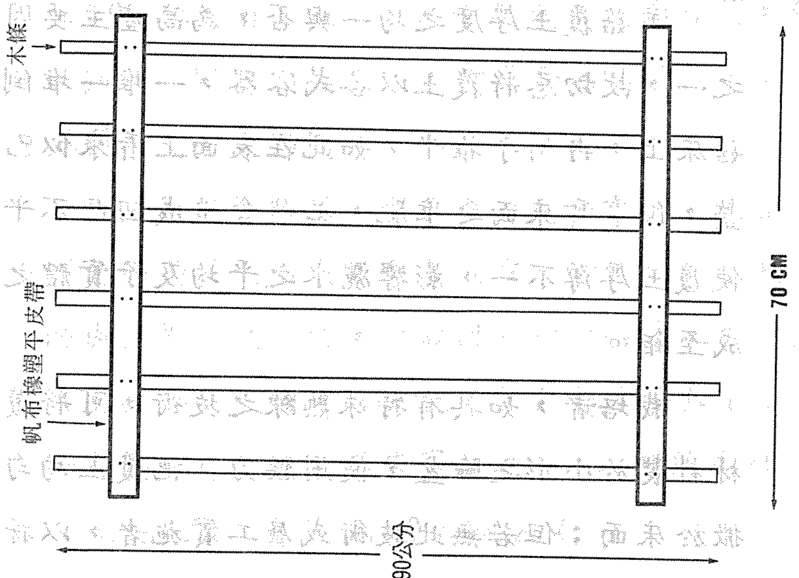
㈢訂製方法：將六支木板，各間隔11公分，再將帆布橡膠平皮帶，在其兩端5公分處，用鐵釘釘牢即成（如附圖八）。一般栽培者，每棟菇舍釘製四個即可足數使用。

十、覆土方法

洋菇覆土厚度之均一與否，為高產主要因素之一，故切忌將覆土以各式容器，一堆一堆倒在菇床上，再用手推平，如此在表面上看來似已平整，但事實床面之堆肥，必然會造成凹凸不平，使覆土厚薄不一，影響灑水之平均及子實體之形成至鉅。

栽培者，如具有特殊熟練之技術，可將覆土材料裝於小形之臉盆，使用腰力，把覆土均勻平撒於床面；但若無此技術或雇工實施者，以採用覆土架較為可靠。





圖八 軟性覆土架

一般使用覆土架時，只需將前述之軟性覆土架，平鋪於菇床表面，即可服貼在弧形或平式之各式床面，然後再將覆土材料，約略平撒於覆土架上，再以一支小木板，依覆土架之高度將覆土整平，然後取出覆土架，再續覆於次段之床面。

陸、洋菇堆肥菌床發酵法實施過程

洋菇堆肥菌床發酵栽培法，是繼洋菇堆肥短期發酵栽培法推廣後，再研究改進的一種新的堆肥製作及栽培方式。以下作一逐項說明，至於以往所推行之堆肥「長期發酵」、「短期發酵」栽培方法，均已印過推廣手册，如需參考者，可到農試所、省農會，或各縣，鄉鎮農會索取參閱，本文不再贅述。

一、洋菇堆肥菌床發酵堆肥製作及栽培管理工作日程

施工參考日期						
北部		中部		南部		
月	日	月	日	月	日	
10	10	10	20	11	1	第 1 天
10	13	10	23	11	4	第 4 天
10	17	10	27	11	8	第 8 天
10	17	10	27	11	8	第 8 天
11	4	11	14	11	26	第 24～26 天
11	18	11	28	12	10	第 38～40 天
11	19	11	29	12	11	第 39～41 天
11	23	12	3	12	15	第 43～45 天
11	23	12	3	12	15	第 43～45 天
11	27	12	7	12	19	第 47～49 天
12	2	12	12	12	24	第 52～54 天

施工參考日期中的北部，以本省大安溪以北地區為準，中部以臺中、彰化地區為準，南部以嘉義、臺南地區為準。

表中各實施日期，僅供參考之用，如配合地區特殊氣候或工作上的需要，可酌予適度調整實施日期。

二、堆肥製作及栽培管理工作實施說明

㈠切草加水：

將稻草切成3公分左右的長度，並充分加水，依栽培者的設備、習慣或工作調配上的需要，自行決定堆積1～7天，即可實施軟化處理。不過一般以切草加水後2～4天，即進行軟化，在工作的安排上較為方便。如欲將來的洋菇產量集中在前數週期，可在7天之後再行軟化處理。

㈡軟化處理：

將切草加水後的稻草，堆成3尺寬、5寸高的草層，長度則依地形而定。如有水分不足之處，即酌予補水，使它均勻的達到70％左右。然後在草層上施予2％的硝石灰、1％的

硫銨，並立即堆蓋一層5寸厚的草層，如此一層復一層堆至4尺半左右的高度，然後依式將此堆肥材料，連堆成12～15尺的「小堆連堆式堆肥」如圖六、七，經4天的堆積後，即可準備翻堆施肥及上床。

㈢翻堆築床：

在預備上床前，可依使用材料及配合量表，以1％硫銨、3％過磷酸鈣、1％碳酸鈣、10～20％有機氮、2％豆餅粉、3％米糠及1％糖蜜，與堆肥均勻混合後，依栽培者的設備或工作安排上的需要，即行或24小時內上床，以備進行後發酵。上床時，必須將所有材料全部上完為原則。

為預防後發酵時，水分失散過多，增加補水的麻煩，可在床架堆肥上覆蓋一層編織成的塑膠袋，如一般用過的飼料或肥料袋等。

㈣清地施藥：

堆肥上妥後，隨即將菇舍內的地面清掃乾淨，再於地面、牆角噴灑1％馬拉松等殺蟲劑，以殺死後發酵可能未能完全殺死的害蟲。

㈤後發酵：

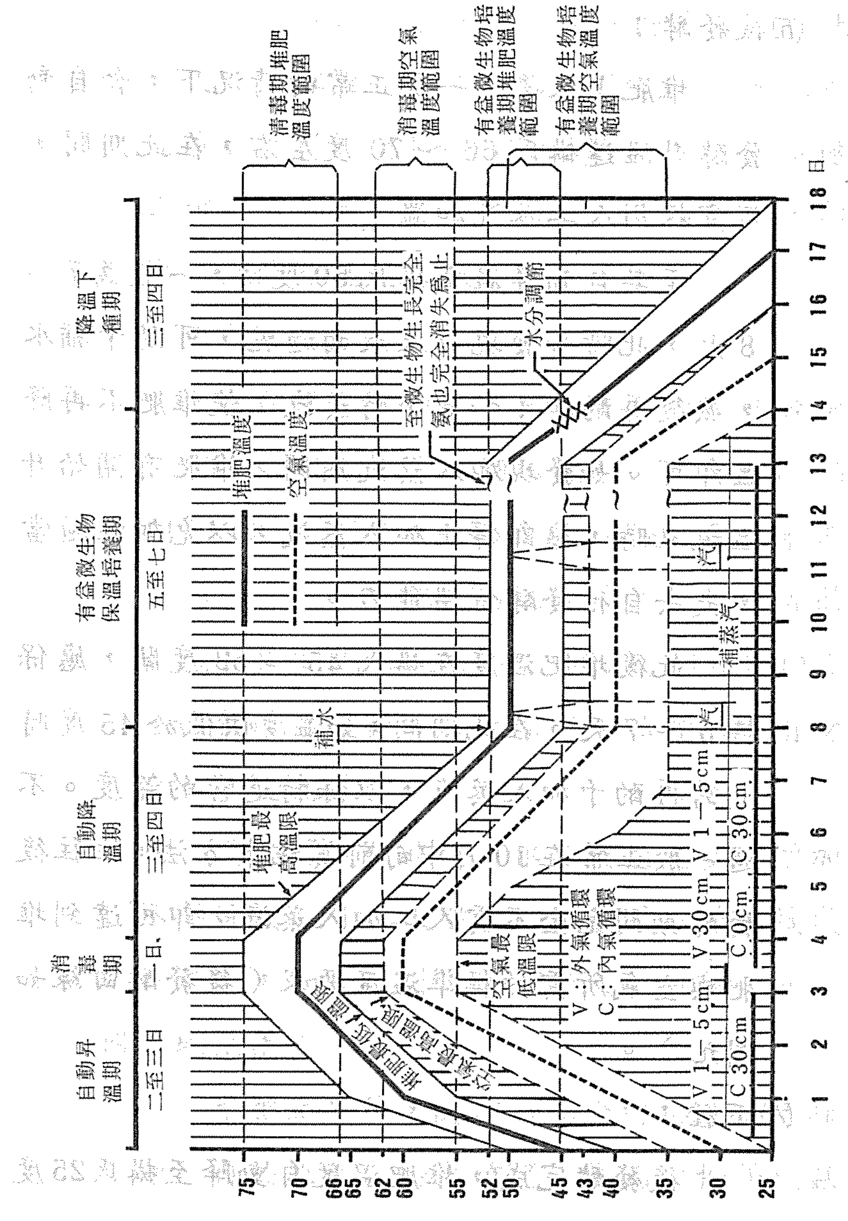
堆肥上床後，一般正常的情況下，會自動發酵升溫達攝氏66～70度左右，在此期間，不宜採用人工蒸汽加溫。

至其自動降溫至攝氏50度時，一般為7～8天，此時如發現菇床表面過乾，可酌予補水，然後再酌加4～6小時蒸汽，使堆肥不再降溫即可。如發現加入蒸汽期間，堆肥有開始升溫現象時，應即停止加入蒸汽，以免加溫過當，失去自行發酵保溫能力。

此後堆肥溫度在攝氏45～52度間，應保持5～7天。在此期間，如溫度快低於45度時，需再酌予加入蒸汽，以保持適當的溫度。不過一般正常在10月中旬前實施本方法，往往後發酵期間完全不需人工加入蒸汽，即可達到堆肥與空氣所需的標準溫度要求（後發酵曲線如圖九）。

㈥下種：

後發酵完成，堆肥溫度自動降至攝氏25度時，即可下種，下種時最好採行混合播種法，



圖九 洋菇堆肥菌床發酵溫度預定曲線

用小鐵耙或播種機，將菌種用量的¾，與菇床上的堆肥混合，所餘¼播於床面，下種量一般以4瓶／坪為妥。

㈦下種後的管理：

下種後3天內，一般正常情況下，以盡量少通風為原則，所以通常僅將南向或背風的高窗打開一個即可。但如遇有床溫升高達30度以上時，為避免洋菇菌絲因高溫而受害，可酌予在床面覆蓋一層報紙，再開窗及通氣，借以降溫並保持適當的濕度。

第4天後，每天早晚各開窗通氣10～20分鐘即可，7天後，至床面已長滿洋菇菌絲時，即應酌量增加通氣，使床面稍呈乾燥，以防雜菌生長。

㈧覆土：

下種後12～14天左右，菌絲長滿菇床後，即可覆土，覆土前2～3天，需將床面乾燥的堆肥充分灑水，再行覆土，覆土時如無特殊技術者，可採用自行製作的覆土架實施覆土，覆土厚度以1～1.5寸為宜。

(九)灑水：

覆土後1～3天內，實施3次9回的灑水法，即每天灑水1次，每次來回灑3遍，3天內計灑9遍，使覆土有機會吸收最大量的水分。

但第1天灑水時，就需將水量灑足，使水能達到覆土的最底部，第2、3天則視乾濕狀況再予補灑，至第4天用食指插入覆土底部抽出後，應有濕土黏附於指上，否則還要補灑。在此4天內，菇舍需早、晚各開窗通風30～60分鐘。

(十)中耕：

灑水完成後的第2天，也就是覆土後的第6天，用釘耙將表土全面劃破，深達1公分左右，以切斷覆土的毛細管，提高保水力，以造成形成小菇體的最佳環境。

(十一)催菌上土：

中耕後，即可將所有的門窗關閉，並實施內循環，一般經48小時後，也就是覆土後的第8天，菌絲已可伸達覆土中耕層之下，此時，再於覆土表面輕輕的噴1次水，再實施內循環

1～2天，使菌絲大量聚生於覆土中耕層的下方，此時如有部分菌絲伸出土面，可酌予再用釘耙耙散。

在此期間，如遇特殊情況，室溫升至25度以上時，應開窗通氣。

(十二)促進結菇：

催菌上土後，一般正常情況，約在覆土後10～12天左右，即可大量通風換氣，並設法降低床溫，使達22度以下，並隨時酌予輕輕補水。此時灑水程度，以不破壞中耕層表土的構造為準。

如此經過2天左右，菌絲先端即可結成菌絲團粒，再經2～3天，則可發育成小菇蕾，一般在此5天之內，需保持菇舍內空氣相對濕度在85～90％的高濕狀況，但床面的覆土却決不可灑水，否則形成的菌絲團粒及小菇蕾又會隨即轉化成菌絲或枯萎，影響產量至鉅。

(十三)首期菇的管理：

待菇蕾發育達黃豆大小時，即可以開始灑水，灑水的程度以每天保持覆土的最大飽和量

為適，與結菇前灑水後的覆土情況相同。

灑水時間，以每天早、晚較低溫時為佳。灑水前及灑水後，均應大量通風30分鐘以上，至菇體表面乾燥無水，以防水傷及病害發生。

在大量通風之後，除內循環之外，尚須隨時用低速壁扇排吸換氣，以防通風不足而窒息，影響產量。在採收前2天前，或菇信期（註）不宜再灑水，以防菇體採收時過量污染泥土，或影響下期菇的成長。

註：菇信：洋菇在週期的小菇體形成前，於菌床內的菌絲都會再重新發芽，且其呼吸量會突然增加3倍以上，而產生一般洋菇特有的氣味，彌漫於菇舍，一般以嗅覺即可以查覺。同時在菇床覆土表面的土粒下，也可以明顯看到再重新發芽的新菌絲，這種特有的現象，筆者稱它為菇信。

㈣採收：

依所需大小規格，適時採收。一般1週期可以採收7天左右，其中以3～4天時最多，第4天後，將可採收的菇體盡可能提早採完，

並將前數日採收時，留存在床面的菇頭及菌塊全部挖掉。

若在形成期有米粒大小的小菇體，因採收而鬆動移位者，可即補土灑水，靜待下期出菇，不宜清除，以免不必要的損失。但已成形的菇體如已枯萎，則應隨即清除，以免感染雜菌。

㈤次期菇的管理：

第1週期菇全部採完後即行補土及灑水。小菇體出土後的管理與第1期同。

㈥第3期菇後的管理：

第3期菇往往有菇體變小的現象，菇體變小的原因大致有2，一是由於第1、2週期採收後補水不足，二是由於床溫下降，且已低於室溫，失去「氣躍於淵，欣欣向榮」的因素。

此時應設法以內循環為主，製造日夜溫差，提高床溫，並增加室內空氣相對濕度，對菇體的增大可得相當效果。

第3期菇採收後，需酌量減少灑水。若以手觸摸菇床上的菇體，如有粘粘的感覺，即表示菇床尚未缺水，反之在觸摸時已無粘感，即

應少量補水。

本省在立春以後，或在相對濕度長時保持在85％以上時，更需注意通風及酌量減少灑水，以免堆肥黑變，影響後期產量。

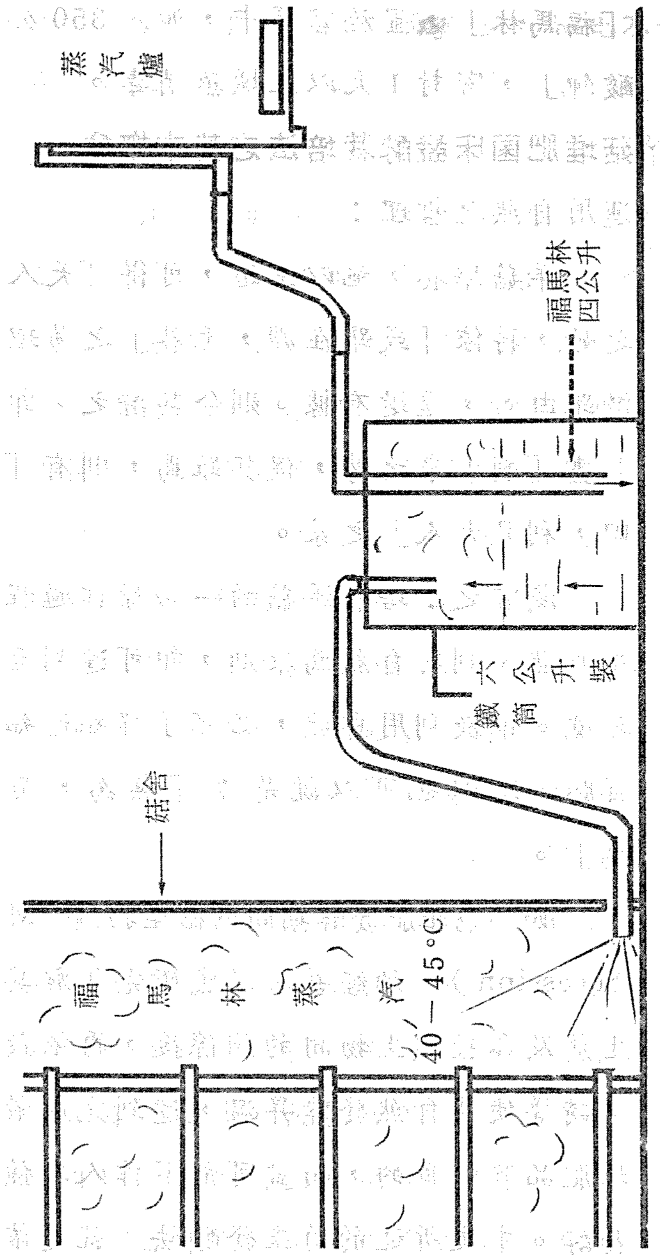
在本省洋菇生產期間，最忌南風，因南風會帶來高溫多濕的東南氣流，使菇舍的氣溫長時間平於或高於床溫，使洋菇發生嚴重的枯萎，在菇舍未設溫度調節及其他有效克服方法前，最好是禁止灑水及設法增加通風量，以減少菇體甚至床內菌絲的死亡。

㈦菇舍消毒：

另外介紹50坪份的菇舍消毒法。

在堆肥上床前1週左右，將菇舍內部清掃後，再以清水洗淨，即通入蒸汽，使菇舍的溫度達攝氏40以上時，再將蒸汽管連接於裝有4公升「福馬林」的特製鐵筒內，導入菇舍，經2～4小時後，即可停止加溫，並將菇舍密封2天以上，在堆肥上床前1天打開備用。（如圖十）

如無此設備者，可在菇舍內用 700 cc 的



圖十 菇舍消毒示意圖

「福馬林」，置於容器中，加入350公克「錳酸鉀」，密封1天以上燻蒸消毒。

三、洋菇堆肥菌床發酵栽培法之基本概念

㈠運用自然之哲理：

洋菇培養，施以王道，可得「天人合一」之妙，再依「或躍在淵，无咎」之易理，使其潛躍由心，進退有據。則令其潛之，即有「復」畫「剝」來之勢，促其躍焉，則有「見龍在田，利見大人」之象。

淺言之：培養洋菇的一切操作過程，以順乎自然、利用自然為原則，即可達到至善至美之境。惟欲利用自然，必須了解知己知彼百戰百勝。所以也可以說是：「無為，而無所不為」。

如洋菇堆肥發酵期間的微生物鏈（Microbial Sucession），須經吾人徹底研究了解其生理、生態及各種微生物間的關係後，再依最適條件，誘導使其自然發酵昇溫，達到完成最佳洋菇堆肥品質的目的，而盡可能不作人工強行加溫發酵。本文所述的菌床發酵法，就是依照順乎

自然、利用自然的原則而實施，如此不但可以節省人工及成本，同時也可得到品質優良的堆肥。

在操作過程上，如能在堆肥前、後發酵及栽培洋菇期間，設法調節，使堆肥內部的溫度，高於室內空氣的溫度，即可使堆肥產生如烟窗的吸氣作用，讓堆肥內部的廢氣，得以向上排洩，呈現「氣躍於淵」的自然現象。同時堆肥的內部也可藉此增加氧的含量，促進堆肥在前、後發酵期間好氣性菌的成長，及栽培期中洋菇菌絲對水及養分的吸收與運送，達到健身去疾，提高單位面積產量的目的。

反之，若將上述的空氣溫度長時間調至平於或高於堆肥內部的溫度，則堆肥內的空氣無法排洩，必將呈現「氣滯於內」甚至呈現酸敗，而致缺氧現象。使前後發酵的堆肥內好氣性菌漸次減少，有害於洋菇的嫌氣性菌類却逐漸增多的不良「消長」反應，栽培期中的洋菇也會因此變小，甚至枯死等情形。

以上所述為溫差洩氣之效，絕非一般通風

換氣的方法可以全部替代的。

本節數語，取自我中華民族精湛博大的哲理，可適用於天、地、人間諸多事理，誠可謂展之可充滿乾坤，收之可藏之於密。筆者僅以其精義，用以作為研究改進洋菇生產方法的方向，及解釋洋菇培養成敗因素之一、二，謹供讀者參考。

(二)栽培過程：

在洋菇堆肥製作及栽培期間，堆肥內的溫度，必須保持高於堆肥外的空氣溫度，才能使堆肥的品質及產菇量提高。否則，如使堆肥內的溫度，低於氣溫，則堆肥品質必將變劣，產菇量也減少，甚至產生菇體變小或死亡現象。

堆肥在前堆積時，堆內溫度高於堆外氣溫，是屬必然現象，在此無需贅述。

堆肥在後發酵期間，如需利用蒸汽加溫時，不可加溫過快，致使空氣溫度高於床溫，而致堆肥品質變劣。

栽培期間，要保持床溫高於氣溫，條件是堆肥用量要夠，最少每坪稻草使用量在100公

斤以上，而且發酵要透，使堆肥製造期間微生物鏈中的細菌、放射菌及轉化菌都能充分長滿，使堆肥呈現鬆軟而有彈性等優良特質。

在第3週期菇採收後，菇床的發熱能量會自然減少，此後可利用白天一般約自中午12時至下午2時較高溫期，將室外較高的空氣，盡可能送入菇舍，使堆肥吸收部分的熱量及空氣，然後再關窗，以通風機實施內循環，及送入1～3公分的外氣。直至夜間8～10時以後，再打開南向或背風面的門窗，使冷空氣緩和進入菇舍，造成較高的空氣濕度，及堆肥內溫高於室內氣溫的良好狀態，以配合夜間最好的長菇條件。

但天候如呈現長期高溫或低溫，致影響菇舍內的床溫高達攝氏23度以上，或低13度以下時，則需另行特別處理。

(三)堆肥：

目前本省洋菇堆肥的堆積時間，有1、5～9、12～15及25日以上等4種方式，其中大部分以5～9日的短期發酵者為多。

在產量方面，上述4種方式，高產者有每坪60公斤以上，低產者也有每坪25公斤以下的紀錄。所以堆肥堆積時間的長短並非決定堆肥優劣的要件。

上述4種堆積時間長短不同的堆肥，只要堆肥堆積及後發酵期間的微生物鏈，能充分發酵長滿，即所謂「發透」，就都可得到理想的高產，但在經營及經濟的立場，則應選擇最省工，實施最方便且成本最低者為上策。

㈣品種：

洋菇品種間，各有特性，如對溫度的適應範圍、二氧化碳的耐力、營養及水分的需求等。栽培者，必須深入了解，再依所需條件，作最適切的栽培管理，才能達到高產的目的。

如目前推廣的洋菇臺農1號，適溫範圍為16～20°C，而洋菇臺農2號，適溫範圍為18～22°C，此兩品種對二氧化碳的耐力都不高，所以管理時切忌通氣不良。又這2品種在採收3週期內，對水分的需求量極高，所以必須充分灑水，使覆土達到最高含水量，才能發揮高

產的潛能。

㈤覆土：

覆土材料，應選擇容水性強，通氣性好，稍帶有機物，未感染病蟲原體者為好，覆土的厚度以1寸以上，1寸半以下為妥。如此不但可以吸收覆土後大量施灑的水分。而且也可以預防在促進出菇期間，必須大量通風而造成的缺水現象。

如果覆土在1寸以下，往往在促進出菇期間，會因覆土過乾補水而使小菇死亡，不補水又會因缺水，使以後菇體無法長大。若減少通風，水分保持雖然可以得到相當的改善，但小菇卻會因此大量生於覆土表面，能發育成形者大為減少，致單位面積產量無法提高。

㈥管理：

本省在立春以前，空氣的相對濕度較低，一般為35～75％左右，立春以後則可達85～90％以上。

一般所栽培的洋菇，前3週期長菇期間，都是在立春以前，所以應多灑水，再配合足量

的通風換氣，則可奠定高產的基礎。

到立春以後，一般都已採收3～6週期，此時不但空氣的相對濕度極高，且洋菇菌床內的菌絲活力及呼吸量也隨之轉弱，菌床的水分蒸發減少，所以此時通風與灑水，可以酌予減低，以保持菇體生長的平衡，避免因水分過多而致菌絲窒息，菇床黑變，影響後期的生產。

不過也不可長期不灑水，否則會造成大量粗形菌根，及以後產生菇體變小的現象。

柒、病蟲防治

洋菇栽培到目前為止有很多病蟲害尚無藥劑可有效防治，一旦發生，輕者減產或影響洋菇品質，嚴重者無菇可收，實在非常可惜，故洋菇栽培必須重視預防勝於治療。事實上，病蟲害之發生與洋菇生長情形有密切關係，一般高產量者病蟲害發生率恒較少。不但病害如此，蟲害亦然。例如堆肥製作良好，在好氣性發酵，則沒有引誘害蟲之特有臭味，自然蟲害發生率就很少。因此，栽培管理及病蟲害預防工作必須依照推廣方法徹底施行，絕不可存有僥倖心理或偷工

減料、馬馬虎虎之情形發生，如果能從環境衛生、菇舍消毒、覆土消毒以及做好堆肥發酵等工作，均能減少病蟲害之發生，栽培期中應隨時注意，如發現長菇不正常，不發菇或菇體畸型生長，含蟲體等情形，必須追究原因即早防治，不要讓它蔓延擴大。

洋菇病蟲害防治對象甚多，例如在病害方面，本省常見之洋菇病害有綠黴素，褐斑病、褐菇病、腫柄病、腦菌病、歪頭病、軟腐病……等。蟲害方面，癭蠅、跳蟲、菇蟎、線蟲等，真是不勝枚舉，實無法一一將各種病蟲對象說明其防治方法。僅將主要保護措施敘述如下：

一、栽培前

㈠加強菇舍設備及環境衛生改善工作：

1. 菇舍裝設彈簧雙重紗門，門窗開孔處均應裝設 32 目紗網。
2. 菇舍內部鋪設水泥或石灰地面，防止蟲體潛伏。
3. 確實使菇舍充分密閉並應保持菇舍四週環境清潔。
4. 竹材應經防腐處理，並裝置機械通風。

㈡菇舍消毒：

1. 菇舍未栽培前經常保持通風乾燥，堆肥上床前1至2週，菇舍內部先大掃除後，以「福馬林」加「高錳酸鉀」燻蒸消毒，其方法為每棟菇舍（50坪）用700 cc「福馬林」（應含35～40％甲醛）放在容器中，另以350公克之高錳酸鉀用衛生紙包好，放進「福馬林」中，燻蒸時，應將門窗關閉一天。

2. 以50％馬拉松乳劑之50倍稀釋液，噴佈菇舍門窗及菇舍外壁，每隔一個月噴一次，以50坪菇舍每次用馬拉松160 cc ，預防害蟲侵入。

㈢堆肥處理：

1. 注意堆肥後發酵溫度需達攝氏60度左右（包括室內空間溫度）以便殺死潛伏之病菌與害蟲。

2. 堆肥最後一次翻堆時，以65.7％「美賜平」乳劑（Methoprene 65.7％）1,000～3,000倍稀釋液充分混拌，然後再上床進行後發酵，每棟使用0.1公升，以預防癭蠅幼蟲之發生。

㈣覆土消毒：

以下三種方法任選一項方法處理：

1. 以「福馬林」（含35～40％甲醛）50倍稀釋液消毒，並用塑膠布覆蓋24小時，再將土壤散開7天，俟「福馬林」氣味完全消失後方可使用。

2. 每坪覆土（風乾土）施用85％「邁隆」可濕性粉劑1,000倍稀釋液7～8公升均勻混合，經7～10天後施用。

3. 氯化苦處理：覆土粉碎後，將每棟（50坪）菇舍所需之土壤5,000公斤作成5尺寬2尺高之圓土畦，在畦兩旁以竹桿打約250個小洞穴，灌注「氯化苦」，每穴1 cc ，所需藥劑為250 cc ，灌注後以塑膠布覆蓋2天後，掀開翻動土壤，7～10天後檢查土壤無臭味時即可覆土。

二、栽培中

㈠菇床覆土後出菇前，配合灑水每坪施用50％「貝芬替」或40％「腐絕」可濕性粉劑1公克，1,000～3,000倍稀釋液以預防褐痘病（腫柄病）

、褐斑病、絲黴病及褐腐病。萬一發病時，可施用上述藥劑，輕者每坪施用1公克，重者2公克，稀釋倍數視覆土乾濕度而定，1,000～3,000倍均可。

(二)褐斑病發生嚴重地區，菇床覆土後出菇前，每坪施用「四氯異苯腈」（Daconil）3公克稀釋1,500倍，用以預防。栽培期間發病時，於每次採收期結束後，全面清除菇床，每坪以四氯異苯腈3公克1,500倍液噴灑菇床，隔2星期後再以同法施藥1次，並應注意通風管理。

(三)下種後覆土前，菌絲發育中期（即下種後1週）菇床先覆以舊報紙，每棟菇舍（50坪）以50%無臭馬拉松粉劑200公克1,000倍液噴灑菇床及菇舍各角落，以預防癭蠅為害，採收1個月後，每星期每次每棟菇舍施用50%無臭馬拉松粉劑100公克之1,000倍噴灑菇床，連續3次。

(四)如發現有黑翅菌蠅時，於下種後或每採收週期末菇床上菇體較少時，在通風機機口用棉花或布類注滴50%二氯松100cc（50坪菇舍），

即開動通風機將藥劑抽入菇舍內，經約10至15分鐘，通風機改為內循環，維持燻蒸2至3小時，然後再對外排氣。

(五)如有跳蟲發生時在地面及牆角等處噴佈50%二氯松乳劑3,000倍液，但注意切勿噴灑於菇床上。

(六)嚴防菇床堆肥溫度上升，並注意通風以防止腦菌病發生，如發現局部發生時，應於發病部位及周圍距離60公分之內，均勻施佈硝石灰粉末，每坪1至2公斤，並予以隔離，停止澆水。

三、栽培後

(一)洋菇採收後所剪除之菇腳及廢棄的菇體，須儘速搬離菇舍燒燬，或埋入土中，以免誘發病蟲害。

(二)採收完畢後，儘快搬走堆肥，打掃菇舍，保持菇舍清潔。

(三)發生病蟲害之菇舍，堆肥清除之前應以「福馬林」或其他藥劑燻蒸消毒。

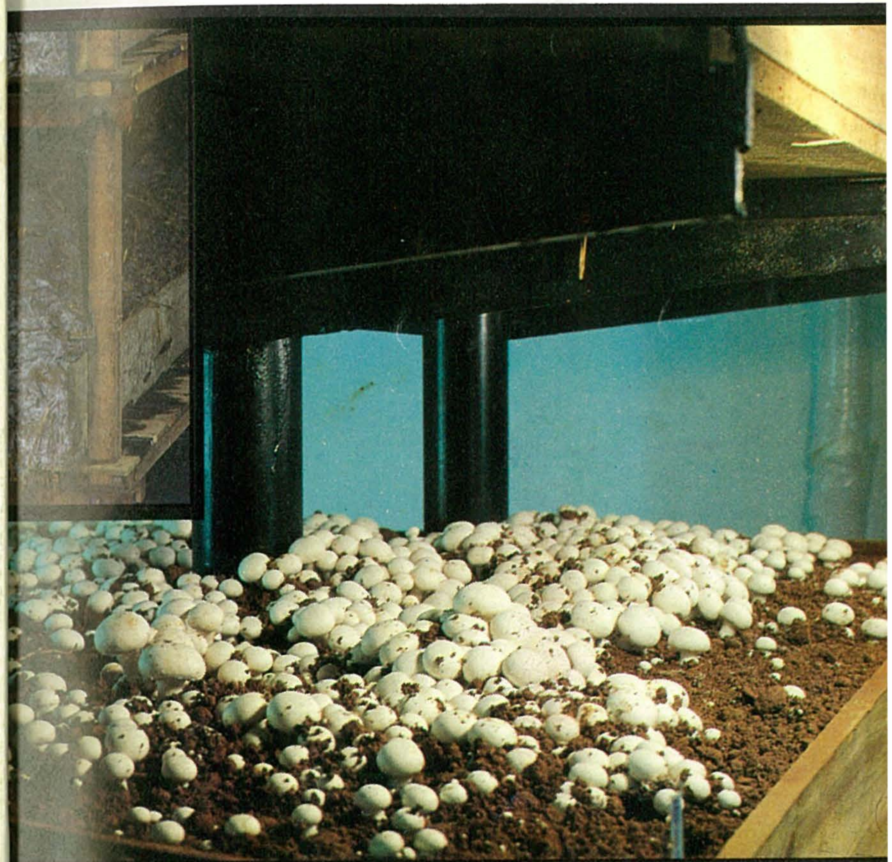
(四)未經推廣之藥劑切勿任意使用，以免發生農藥殘毒問題，詳細請參閱「洋菇病蟲害防治方法

」手冊。

行政院農業委員會
臺灣省政府農林廳 編印

農民淺說三〇八A—園藝七〇

74. 3. 6,000

萬農業建設大軍訓練教材（技術類）

菇專業栽培技術